

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-059766

(43)Date of publication of application : 07.03.1995

(51)Int.Cl.

A61B 8/00
G01N 29/22

(21)Application number : 05-210704

(71)Applicant : GE YOKOGAWA MEDICAL SYST LTD

(22)Date of filing : 25.08.1993

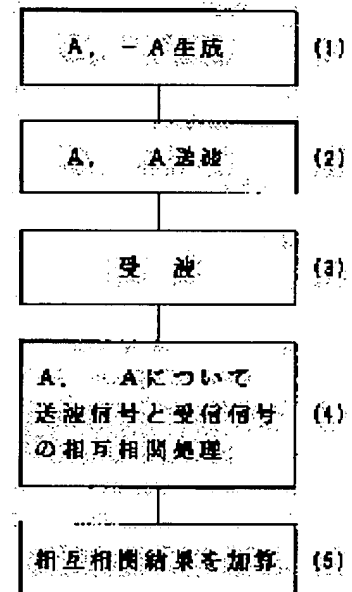
(72)Inventor : TAKEUCHI YASUTO

(54) MEDICAL ULTRASONIC DISPERSION/COMPRESSION TRANSMITTING/ RECEIVING METHOD AND APPARATUS THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize a material dispersion/compression transmitting/receiving method and apparatus therefor which has endurance to non-linear propagation of a medium.

CONSTITUTION: In this medical ultrasonic dispersion/compression transmitting/ receiving method, a first transmission signal generated by diffusive modulation and a second transmission signal generated opposite in the polarity to the first transmission signal are transmitted (1) and (2) to determine (4) mutual correction between the results in the receiving of the first transmission signal and a signal waveform of the first transmission signal and mutual correlation between the results in receiving the second transmission signal and the signal waveform of the second transmission signal. The respective results in the correlations are added up (5) with the time base matched thereby obtaining a compression/ demodulation output.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3222648

[Date of registration] 17.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-59766

(43) 公開日 平成7年(1995)3月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 8/00		9361-4C		
G 0 1 N 29/22	5 0 1			

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-210704

(22) 出願日 平成5年(1993)8月25日

(71) 出願人 000121936

ジーイー横河メディカルシステム株式会社
東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127

(72) 発明者 竹内 康人

東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127
横河メディカルシステム株式会社内

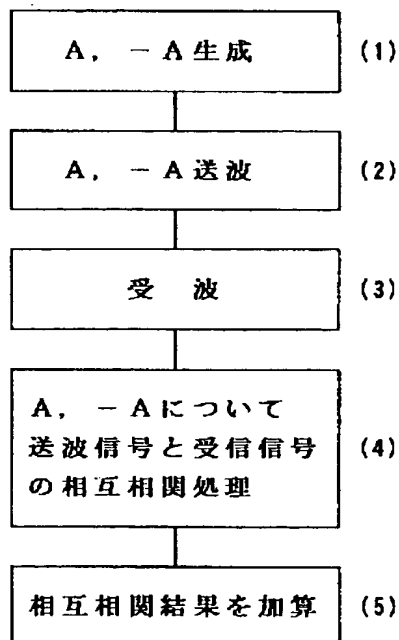
(74) 代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54) 【発明の名称】 医用超音波分散圧縮送受信方法及び医用超音波分散圧縮送受信装置

(57) 【要約】

【目的】 媒質の非線形伝播に耐性を有する分散圧縮送受信方法及び医用超音波分散圧縮送受信装置を実現する。

【構成】 拡散変調により生成された第一の送波信号及びこの第一の送波信号と反対極性の第二の送波信号を生成して送波し(1)、(2)、第一の送波信号の受信結果と第一の送波信号の信号波形との相互相関と、第二の送波信号の受信結果と第二の送波信号の信号波形との相互相関とを求め(4)、それぞれの相関結果を時間軸を整合させた状態で加算する(5)ことにより圧縮復調出力を得ることを特徴とする医用超音波分散圧縮送受信方法。



(2)

特開平7-59766

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 医用超音波分散圧縮送受信方法において、
 拡散変調により生成された第一の送波信号及びこの第一の送波信号と反対極性の第二の送波信号を送信し、
 第一の送波信号の受信結果と第一の送波信号の信号波形との相互相関を第一の相関結果として求め、
 第二の送波信号の受信結果と第二の送波信号の信号波形との相互相関を第二の相関結果として求め、
 前記第一の相関結果と前記第二の相関結果とを時間軸を整合させた状態で加算することにより圧縮復調出力を得ることを特徴とする医用超音波分散圧縮送受信方法。

【請求項2】 医用超音波分散圧縮送受信装置において、
 拡散変調により第一の送波信号及びこの第一の送波信号と反対極性の第二の送波信号を生成する送波信号生成手段（10、11、12）と、
 送波信号を超音波としてターゲットに照射し、反射波を受信して受信信号として出力する送受信手段（14）と、
 第一の送波信号の受信結果と第一の送波信号の信号波形との相互相関を第一の相関結果として求め、第二の送波信号の受信結果と第二の送波信号の信号波形との相互相関を第二の相関結果として求め、前記第一の相関結果と前記第二の相関結果とを時間軸を整合させた状態で加算することにより圧縮復調出力を得る受信信号処理手段（17）とを備えたことを特徴とする医用超音波分散圧縮送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は医用超音波分散圧縮送受信方法及び医用超音波分散圧縮送受信装置の改良に関し、特に、媒質の非線形伝播に耐性を有する医用超音波分散送受信方法及び医用超音波分散圧縮送受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 医用超音波装置とは一種の極短距離ソナーであり、ターゲット（観測対象物：この場合被検体の腹腔内）の損失性分散性の大きな音響学的性質と、診断上の要求による映像系の空間分解能への要求に従って、音響信号系の比帯域幅は非常に大きく（すなわち、インパルスレスポンスを非常に重視し）、また系のダイナミックレンジへの要求も常に限界値を行っている。

【0003】 また、ターゲットの生体軟部組織のエコー源としての性質はポイントターゲットとは裏腹の全てがクラッタのようなエコー源であり、スペckル性を基本とし、卓越した硬いエコーは骨などの特例以外には存在しない。

【0004】 むしろ、組織実質部の砂を撒いたようなスペckルエコーの領域の中に僅かに性質の異なる部分が

2

識別できるとか、液体で満たされた管腔臓器の中身が本当に透明か、なにかエコーを発する異物があるか、等が大変重要な課題である。それ故に、一切のゴーストやスプリアレスポンスを極度に嫌う。すなわち、本質的にハイファイでクリーンであることが必須の条件である。

【0005】 この様な観測系ないし信号系への要求は、オーディオシステムや資源探査用の合成開口レーダにおける事情にも似ているともいえるが、大きく異なる点もある。すなわち、リアルタイム性と安全性が要求される点である。リアルタイム性とは、動体即時観測、すなわち動いている臓器の遅滞ない観測（ドブラシフト観測なども含めて）要求されることである。また生体組織への安全性の確保は医療器械としては本質的に重要な課題である。

【0006】 すなわち、安全性と送信電力の両者を確保しつつ装置の探査能力を向上させるために、大振幅の単発パルスのパルスエコーシステムや単一周波数のCWシステムに代えて、時間帯域幅積（TB積）が1よりはるかに大きいスペckラム拡散方式を用いた分散圧縮送受信が有効である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 医用超音波装置のエコー探査において以上のような事情に即して採用可能な分散化信号としては、大別してFMチャープ信号と相補系列による位相変調信号の二種類がある。そして、メインローブの鋭さや形状は各々の事情による面があるとしても、一般に、送波信号のそれ自身の方式原理上のタイムサイドローブが大略-60dB程度以下であることは最低限必要である。これは生体組織内のエコー源のレベル分布に由来し、その分布範囲そのものである。

【0008】 ゴーレイコード等の相補系列を位相変調のコード信号として時分割的に用いる場合には、タイムサイドローブは各コードの受信相関処理の後で結果を一次結合することで完全に消去され、静止ターゲットに対してはほぼ理想的な結果が得られる。しかしこの方式はドブラシフトのあるターゲットには本質的に脆弱で、応用可能な場面には制約がある。

【0009】 また、ピンのシフト数のある特定の値のみに関して相補性を呈する系もあるが、システムが同期システムではなく、エコー源が至る所に分布しているスペckル性の強いものであるので、メインローブ以外の一切の不所望レスポンスは字義通りゴースト発生源となる。

【0010】 そして、最大の問題が、媒質の非線形伝播の影響の問題である。特に送波信号が伝播中に大きく波形変化をきたす場合があること、及びそれを前提とした信号設計である。

【0011】 空気中や水中の音響信号が電磁波信号と本質的に異なる点は、媒質中の伝播が本質的に非線形を持つ点である。これは、音波が縦波であり、瞬時音圧の高

(3)

特開平7-59766

3

4

い、瞬時粒子速度の大なる部分が先走りして先行する低圧遅速の部分に追いつくことにより避けられない現象である。これは低レベルの音波の短距離伝播では殆ど目立たないが、レベルや周波数に依存するある限界を超えると一緒に波頭が立ってきて目立つようになる。

【0012】実用を意識した典型例として、計算機シミュレーションにより得た結果を図7以下を参照して説明する。まず、上下周波数比2:1程の、全長50波長程度のコサイン自乗振幅修飾したリニアチャープ信号を計算機内で発生する(図8)。それを計算機内で非線形伝播をシミュレーションすることにより波形を崩していくと図9のようにまず振幅の大きい腹から壁が立ちはじめ、トゲがでてくる。エコー源は波形を変えずに、これをただ低レベルにて送り返してきたとする。この波形と元の送信波形との相関関係に注目することにする。ここで、受信機の事情を勘案してこの図9の波形を元の信号の帯域幅に帯域制限(第二高調波以上を除去)すると、図10のように瘦せて平坦化し、あたかもアボダイゼーションが狂ったような波形になる。これを元の送信波形と相関させると、相当現実離れた歪みを来してもタイムサイドローブはさほど悪化しない。しかし、図11に示すように片側に大きなコブを生じている。このコブはチャープ波形の低域側の時間帯のひずんだ結果(第二高調波)がレプリカの広域側の端の成分と相関を持つに至ったものであり、それだけ広帯域なチャープ信号を想定したのだから当然ではある。が、現実に欲しい信号はこの程度の広帯域なものになるので、この問題を避けて通ることはできない。上下周波数比を2:1よりも有意に狭め、例えば1.4:1程度に抑えれば、このコブはフィルタで容易に除去することができるようになる。しかし、そのようにすると、現行装置に等価な空間分解能も得ることができなくなる。

【0013】次に、相補系列位相変調波について考える。図12に波形を示すコードAとコードBとを時間的に別々に送受信し、相関させてから結果を足しあわせる。系の帯域幅とコード長は、上述のチャープ信号の場合と大略同じにして考える。コード長は16ビット(A=8D82, B=414E)であり、故に固有のプロセスゲイン32を持ち、固有の自己相関の加算後のサイドローブは計算誤差の範囲内で厳密に相殺するはずのものである。この相関の加算後の様子は図14に示すように、-150dBの桁で合致するものである。

【0014】この場合において、伝播非線形が多少存在する程度まではこの性質が比較的良く維持されるが、それ以外では悪化する。すなわち、衝撃波限界近傍においては、図12及び図13に示した波形が図15及び図16のようになる。この図15及び図16の波形をそれぞれ図12及び図13の波形と相関させて、その結果を加算すると、図17に示すように-30dB~-40dB程度に悪化する。このように、サイドローブが-30dB

B程度にまで大きくなると、実用には耐えないものとなる。

【0015】本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、その目的は、媒質の非線形伝播に耐性を有する医用超音波分散圧縮送受信方法及び医用超音波分散圧縮送受信装置を実現することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記の課題は、拡散変調により第一の送波信号及びこの第一の送波信号と反対極性の第二の送波信号を生成する送波信号生成手段と、送波信号を超音波としてターゲットに照射し、反射波を受信して受信信号として出力する送受信手段と、第一の送波信号の受信結果と第一の送波信号の信号波形との相互相関を第一の相関結果として求め、第二の送波信号の受信結果と第二の送波信号の信号波形との相互相関を第二の相関結果として求め、前記第一の相関結果と前記第二の相関結果とを時間軸を整合させた状態で加算することにより圧縮復調出力を得る受信信号処理手段とを備えた医用超音波分散圧縮送受信装置により解決される。

【0017】

【作用】この医用超音波分散圧縮送受信装置において、拡散変調により生成された第一の送波信号及びこの第一の送波信号と反対極性の第二の送波信号が送信された後、第一の送波信号の受信結果と第一の送波信号の信号波形との相互相関から求められた第一の相関結果と、第二の送波信号の受信結果と第二の送波信号の信号波形との相互相関から求められた第二の相関結果とが時間軸を整合させた状態で加算されることにより、媒質の非線形伝播により発生した歪みが相殺された圧縮復調出力が得られる。

【0018】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。図1は本発明の一実施例の医用超音波分散圧縮送受信方法を実現するための医用超音波分散圧縮送受信装置の構成を分散圧縮送受信を行う部分を中心に示す構成図、図2は図1に示した医用超音波装置の受信信号処理装置の詳細を示す構成図である。また、図3はチャープ信号を用いて分散圧縮送受信を行った場合の手順を示すフローチャート、図4は相互相関の加算結果を示す特性図である。また、図5は相補系列による位相変調信号を用いて分散圧縮送受信を行った場合の手順を示すフローチャート、図6は相互相関の加算結果を示す特性図である。

【0019】まず、チャープ信号を用いた分散圧縮送受信について図1~図4を参照して説明を行う。システム制御部10の指示により選択部11が所望の状態に選択され、この選択状態に応じて送波信号発生器12は所定のコード及び極性の送波信号を生成する。ここでは、一對の極性を反転した送波信号(A, -A)が生成される(図3ステップ(1))。そして、送波信号A, -AはD

(4)

特開平7-59766

5

／A変換器13によりデジタル信号に変換され、送受波器14から被検体に向けて送波される(図3ステップ(2))。そして、被検体からの反射波を送受波器14で受信し(図3ステップ(3))、アンプ15で増幅し、A／D変換器16でデジタル信号に変換する。そして、受波信号処理装置17において、A、-Aのそれぞれについて送波信号と受信信号との相互相関処理を行って、それぞれの相関結果を得る(図3ステップ(4))。このようにして得られたAについての相関結果及び-Aについての相関結果を加算し(図3ステップ(5))、各種処理を行った後に表示装置18に表示を行う。

【0020】相互相関処理については、図2を参照して更に詳しく説明する。A／D変換器16でデジタル変換された受信波形は、受信波形一時記憶部17aに一時的に記憶されて相関器17cの一方の入力に供給される。また、見本波形生成部17bには選択部11のコード及び極性の選択状態が通知されており、送波信号と同じ波形の見本波形が生成され、相関器17cの他方の入力に供給される。相関器17cでは、受信波形と見本波形との相互相関処理が行われる。また、積分器17dにおいて積分処理が行われる。ここでは、送波信号Aについては既に図11で示した特性の結果が得られる。本実施例では、送波信号A及び逆極性の送波信号-Aについても同様に相互相関処理(デチャープ処理)を行い、相関結果同士を時間軸を整合させて加算して表示用一時記憶部17eに記憶する。この結果、図4に示す特性の結果を得ることができる。この図4に示したものは、図11の特性と比較するとコブ状の部分が相殺、消去される。従って、媒質の非線形伝播にも十分な耐性を有しており、-60dBをクリアしている。

【0021】次に、相補系列位相変調の場合について説明する。従来のコードAとコードBの位相変調波に加え、それぞれの極性反転したコード(コード-A、-B)も使い、これらを時間的に別々に送受信し、相関させてから結果を足しあわせるようにする。

【0022】すなわち、システム制御部10の指示により選択部11が所望の状態に選択され、この選択状態に応じて送波信号発生器12は所定のコード及び極性の送波信号を生成する。ここでは、二対の極性を反転した送波信号(A、-A、B、-B)が生成される(図5ステップ(1))。そして、送波信号A、-A、B、-BはD／A変換器13によりデジタル信号に変換され、送受波器14から被検体に向けて合計4回送波される(図5ステップ(2))。そして、被検体からの反射波は送受波器14で受信され(図3ステップ(3))、アンプ15で増幅され、A／D変換器16でデジタル信号に変換される。そして、受波信号処理装置17において、A、-A、B、-Bのそれぞれについて送波信号と受信信号との相互相関処理が行われ、それぞれの相関結果が得られる(図3ステップ(4))。最終的に、このようにして得

6

られたA、-A、B、-Bについての4種の相関結果が加算される(図3ステップ(5))。この結果、図6に示す特性の結果を得ることができる。この図6に示したものは、図17の特性と比較するとタイムサイドロブが-45dB程度に減少する。従って、媒質の非線形伝播にも十分な耐性を有している。

【0023】以上詳細に説明したように、本実施例ではチャープ信号と相補系列位相変調との2種類について、極性反転した波形を送受波して相関結果を加算することにより、非線形伝播の影響を相当軽減することができるようになった。

【0024】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、拡散変調により生成された第一の送波信号及びこの第一の送波信号と反対極性の第二の送波信号を送信した後、第一の送波信号の受信結果と第一の送波信号の信号波形との相互相関から求められた第一の相関結果と、第二の送波信号の受信結果と第二の送波信号の信号波形との相互相関から求められた第二の相関結果とを時間軸を整合させた状態で加算することにより、非線形伝播により発生した歪みが相殺された圧縮復調出力が得られる。従って、媒質の非線形伝播に耐性を有する医用超音波分散圧縮送受信方法及び医用超音波分散圧縮送受信装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の医用超音波分散圧縮送受信装置の送受信に関する構成の概略を示す構成図である。

【図2】本発明の一実施例の医用超音波分散圧縮送受信装置の受信信号処理に関する主要部の構成を示す構成図である。

【図3】本発明の一実施例の分散圧縮送受信方法の処理内容の一例を示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施例の分散圧縮送受信方法の処理結果の特性を示す特性図である。

【図5】本発明の一実施例の分散圧縮送受信方法の処理内容の一例を示すフローチャートである。

【図6】本発明の一実施例の分散圧縮送受信方法の処理結果の特性を示す特性図である。

【図7】分散圧縮送受信の送波信号の波形を示す波形図である。

【図8】分散圧縮送受信の送波信号の自己相関結果を示す波形図である。

【図9】分散圧縮送受信の送波信号が非線形伝播で歪んだ状態を示す波形図である。

【図10】歪んだ波形を帯域制限した状態を示す波形図である。

【図11】相互相関結果を示す波形図である。

【図12】分散圧縮送受信の送波信号の波形を示す波形図である。

【図13】分散圧縮送受信の送波信号の波形を示す波形図である。

(5)

特開平7-59766

7

8

【図14】分散圧縮送受信の送波信号の自己相関結果を示す波形図である。

【図15】分散圧縮送受信の送波信号が非線形伝播で歪んだ状態を示す波形図である。

【図16】分散圧縮送受信の送波信号が非線形伝播で歪んだ状態を示す波形図である。

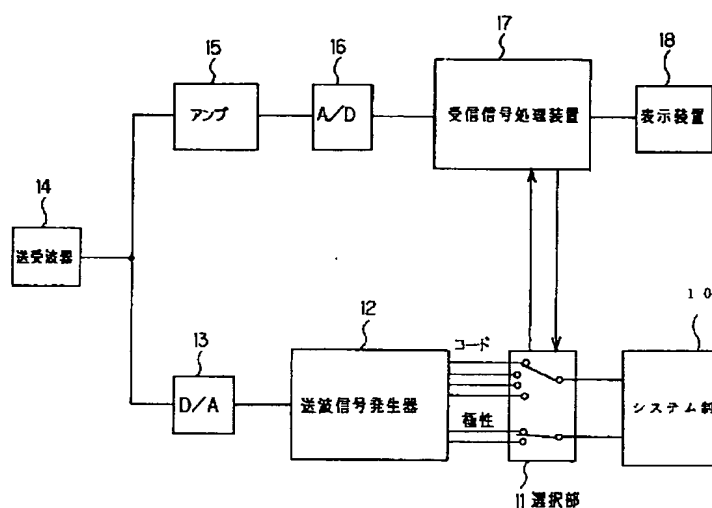
【図17】相互相関結果を示す波形図である。

【符号の説明】

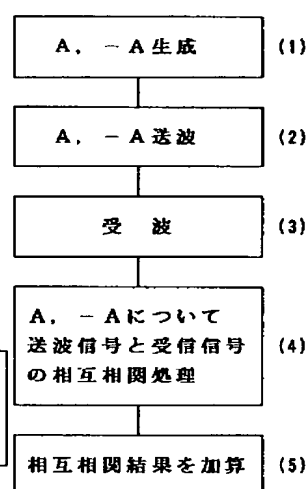
10 システム制御部

- 11 選択部
- 12 送波信号発生器
- 13 D/A変換器
- 14 送受波器
- 15 アンプ
- 16 A/D変換器
- 17 受信信号処理装置
- 18 表示装置

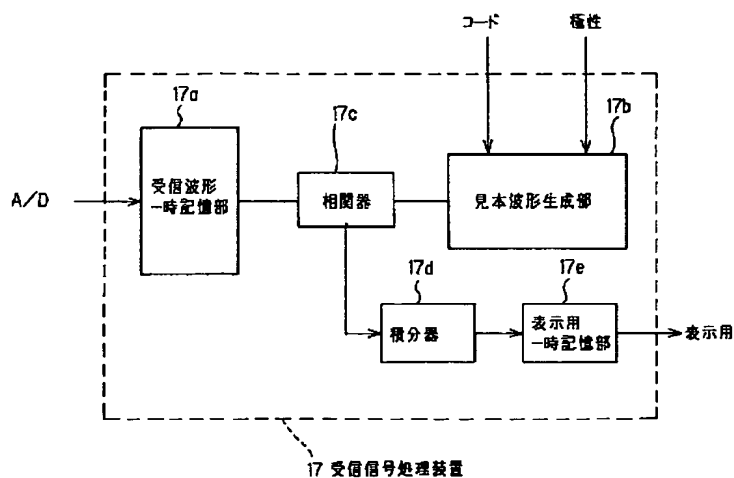
【図1】



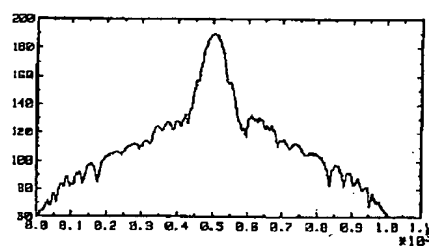
【図3】



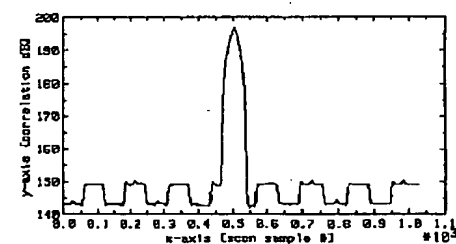
【図2】



【図4】



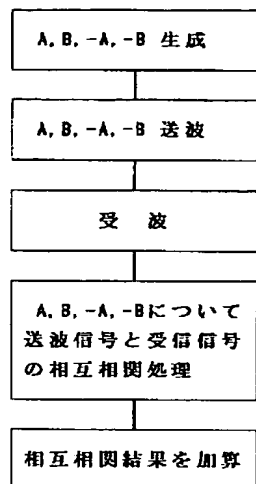
【図6】



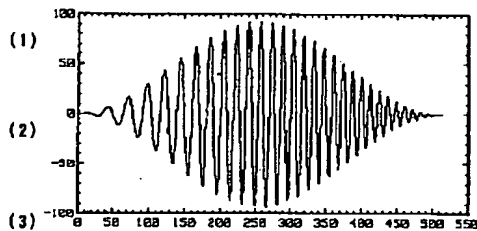
(6)

特開平7-59766

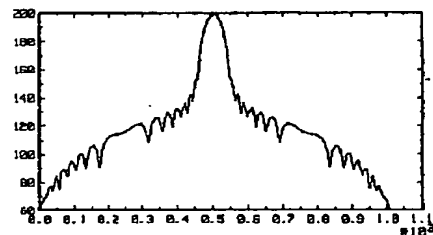
【図5】



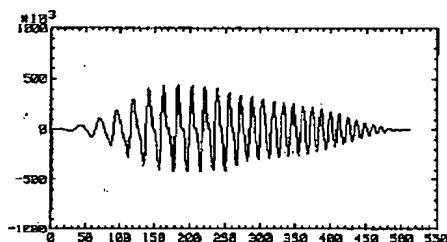
【図7】



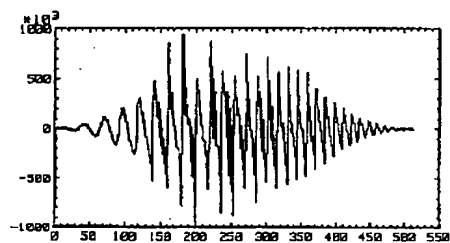
【図8】



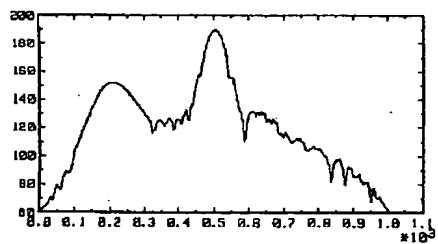
【図10】



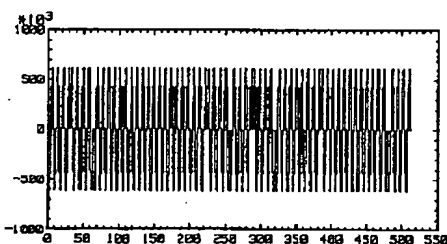
【図9】



【図11】



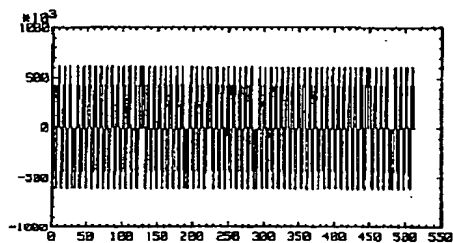
【図12】



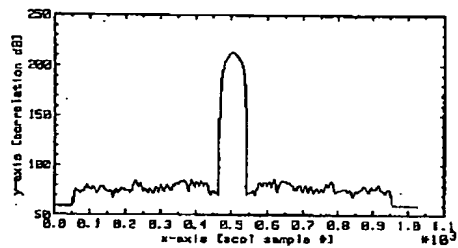
(7)

特開平7-59766

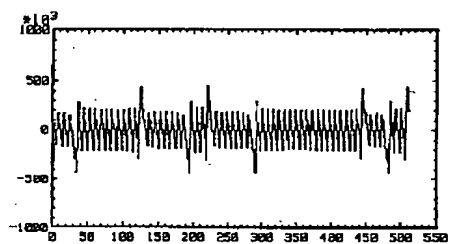
【図13】



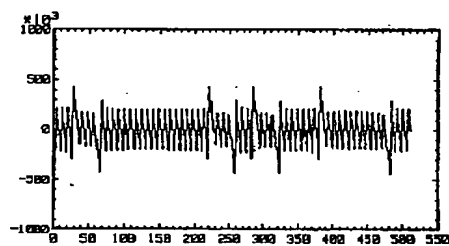
【図14】



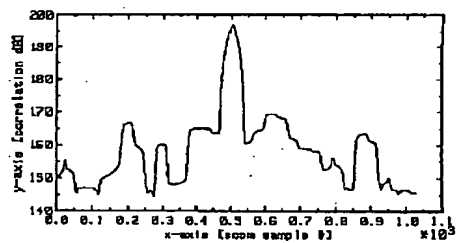
【図15】



【図16】



【図17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.